

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.032.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТА АСТРОНОМИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N _____

Решение диссертационного совета от 9 сентября 2025 г. № 41 о присуждении
Сизовой Марии Дмитриевне, Российская Федерация,
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Сближение Солнечной системы со звездными скоплениями» по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия принята к защите 11 июня 2025г. (протокол № 40), диссертационным советом 24.1.032.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института астрономии Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 119017 Москва, ул. Пятницкая, д.48, состав совета утверждён приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1731/нк от 13 декабря 2022г., частичные изменения состава внесены приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 846/нк от 20.04.2023.

Соискатель Сизова Мария Дмитриевна, 13.12.1992 года рождения, в 2017 году окончила ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва, по специальности «Системы управление летательными аппаратами»; с 01.10.2017 по 31.09.2021 обучалась в аспирантуре ФГБУН Института астрономии РАН (ИНАСАН), г. Москва, по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (по специальности

01.03.02 Астрофизика и звёздная астрономия). В настоящее время работает в ИНАСАН младшим научным сотрудником.

Кандидатский экзамен по специальности сдан в 2020 году по научной специальности 01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия. Согласно Рекомендации Президиума ВАК Минобрнауки России от 10.12.2021 N 32/1-НС «О сопряжении научных специальностей номенклатуры, утверждённой Приказом Минобрнауки России от 24 февраля 2021 г. № 118, научных специальностей номенклатуры, утверждённой Приказом Минобрнауки России от 23 октября 2017 г. № 1027» кандидатские экзамены, сданные по научной специальности 01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия считаются действительными кандидатским экзаменам по научной специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Диссертация выполнена в отделе физики звёздных систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института астрономии Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Верецагин Сергей Викторович, старший научный сотрудник отдела физики звёздных систем ИНАСАН.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается темой исследования и компетентностью в вопросах, рассматриваемых в диссертации. Компетентность подтверждается публикациями по схожей тематике оппонентов и сотрудников ведущей организации.

Официальные оппоненты:

д.ф.-м.н., доцент Глушкова Елена Вячеславовна, доцент кафедры астрофизики и звёздной астрономии ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»;

д.ф.-м.н. Селезнев Антон Федорович, профессор кафедры астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды ФГАОУ ВО

«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория Российской академии наук (ГАО РАН), г. Санкт-Петербург, – в своём положительном отзыве, составленном заведующим лабораторией динамики Галактики ГАО РАН д.ф.-м.н. Бобылевым Вадимом Вадимовичем и утверждённом директором ГАО РАН д.ф.-м.н. Ихсановым Назаром Робертовичем, указала, что изучение гравитационного влияния на кометное облако Оорта, производимое различными объектами: звездами, скоплениями, гигантскими молекулярными облаками, Галактикой – является интересной и важной задачей, рассмотрение её особенно актуально в настоящее время в связи с появлением массовых звёздных каталогов, содержащих результаты высокоточных измерений астрометрических и спектрофотометрических характеристик звёзд, полученных в результате выполнения космических миссий, таких как Hipparcos или Gaia. Диссертация Сизовой Марии Дмитриевны «Сближение Солнечной системы со звёздными скоплениями» удовлетворяет всем критериям, установленным Положением ВАК, а её автор, Сизова Мария Дмитриевна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

Соискатель имеет 26 печатных научных работ. По теме диссертации опубликованы 4 работы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК и входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования (WoS и Scopus). Из этих работ три опубликованы в журналах, отнесённых к категории K1, и одна – к категории K2. Основные результаты диссертации, выносимые на защиту, в этих работах изложены полностью. Случаев заимствования материала без ссылки на автора не выявлено.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Vereshchagin S. V., Emel'yanenko V. V., Sizova M. D. Approach of the Hyades star cluster to the Solar system // **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**. – 2022. – v. 513. – p. 2958-2964.

2. Sariya, Devesh P.; Jiang, Ing-Guey; Sizova, M. D. ; Postnikova, E. S.; Bisht, D.; Chupina, N. V.; Vereshchagin, S. V. ; Yadav, R. K. S.; Rangwal, G. ; Tutukov, A. V. A Comprehensive Analysis of NGC 2158 in the Gaia Era: Photometric Parameters, Apex, and Orbit // **The Astronomical Journal**. – 2021. – v. 161. – id.101, 12 pp.

3. Sariya, Devesh P.; Jiang, Ing-Guey; Bisht, D.; Sizova, M. D. ; Chupina, N. V. ; Vereshchagin, S. V. ; Yadav, R. K. S.; Rangwal, G.A. Gaia-based Photometric and Kinematic Analysis of the Old Open Cluster King 11 // **The Astronomical Journal**. – 2021. – v.162. – id.146, 11 pp.

4. Сизова М.Д., Верещагин С.В., Шустов Б.М., Чупина Н.В. Сближения Солнечной системы с рассеянными звездными скоплениями // **Астрономический журнал**. – 2020. – т.97. – с. 683-694.

Дополнительных отзывов о диссертации и автореферате не поступало.

Диссертационная работа посвящена комплексному изучению рассеянных звёздных скоплений. Для ряда скоплений уточнены важнейшие физические параметры с использованием высокоточных современных данных из каталогов проекта Gaia. Главной же задачей исследования является анализ движения скоплений в галактическом диске, при этом изучается возможность их сближений с Солнечной системой в прошлые эпохи и оценивается гравитационное влияние на кометное облако.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– Показано, что сближения рассеянных звёздных скоплений с Солнечной системой могут оказывать влияние на динамику комет облака Оорта. Сближение массивного объекта с облаком Оорта может изменить

орбиту малого тела и направить его во внутреннюю область Солнечной системы или в межзвёздное пространство.

– Обнаружено, что скопление Гиады сближалось с Солнечной системой на расстояние 24.8 ± 0.15 пк приблизительно 0.87 млн лет назад, а отдельные звёзды скопления могли приближаться к Солнцу на расстояние до ~3 пк. Такое сближение могло привести к миграции комет из внешних областей Солнечной системы к орбите Нептуна.

– Проведен поиск скоплений, возможно сближавшихся с Солнечной системой. В результате для 129 рассеянных звёздных скоплений найдены минимальные расстояния до Солнечной системы и моменты времени в прошлом, соответствующие этим расстояниям. Оценена частота сближений Солнечной системы со скоплениями в зависимости от расстояния, на которое они сближаются. Обнаружены 17 скоплений, расположенных не далее 200 пк от Солнечной системы, для которых максимальные приращения скорости комет облака Оорта (вызванные гравитационным воздействием со стороны скоплений) могли привести к изменению элементов орбиты малых тел и появлению новых комет и/или потере малых тел Солнечной системой.

– Для рассеянных звёздных скоплений NGC 2158 и King 11 уточнены изохронный возраст, значение индекса металличности и расстояние от Солнца. Определены их орбитальные параметры, включая апоцентр, перицентр, эксцентриситет и максимальное отклонение от галактической плоскости.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что оно вносит вклад в понимание кинематики рассеянных звёздных скоплений и их взаимодействия с Солнечной системой, уточняя влияние сближений на облако Оорта. Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования влияния сближений скоплений на малые тела Солнечной системы.

Практическое значение заключается в разработке программного комплекса для расчёта сближений звёзд и рассеянных звёздных скоплений с

Солнечной системой, что важно для изучения процессов формирования и эволюции облака Оорта и появления новых комет.

Достоверность результатов подтверждается использованием хорошо разработанных и проверенных численных методов, выбором надежной модели гравитационного потенциала Галактики, а также использованием высокоточных астрометрических и спектрофотометрических данных, полученных в результате наземных и космических наблюдений. Выполнена проверка метода интегрирования орбит путём исследования изменения энергии системы с течением времени. Достоверность результатов также подтверждается итогами обсуждения диссертации на научных конференциях и семинарах и их публикацией в рецензируемых журналах.

Личный вклад соискателя. Соискатель в равной степени принимал активное участие в постановке задачи, подборе и обработке наблюдательных данных, проведении численных расчётов, моделировании, а также в обсуждении полученных материалов, их подготовке к публикации. Все результаты, выносимые на защиту, получены автором в результате совместных исследований, опубликованных с соавторами в научных статьях. В частности, автором: 1) составлен каталог скоплений, сближавшихся с Солнечной системой, 2) установлено, что скопление Гиады сближалось с Солнечной системой, 3) рассчитаны параметры движения скоплений NGC 2158 и King 11.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания, на которые соискатель дал ответы:

Замечание: Непонятно, как определялось расстояние, на которое сближаются скопление и Солнечная система: как расстояние между Солнцем и границей приливного радиуса, между Солнцем и центром скопления, как-то ещё?

Ответ: Скопление и Солнце рассматривались как объекты точечной массы, таким образом, для расстояние определялось как расстояние между центром скопления и Солнцем. По данным Gaia скопление Гиады растянуто

вдоль пространственной орбиты. Логично предположить, что, если бы центр Гиад приблизился довольно близко к Солнечной системе, то звёзды шлейфов, распределенные на сотни парсек, могли приблизиться к Солнцу гораздо ближе. Для звёзд шлейфов также найдены события сближения (до ~ 3 пк), каждая звезда и Солнце были представлены как точечные объекты.

Замечание: Есть вопрос к выбору модели потенциала Галактики для расчёта орбит. Используемая модель (Bovy 2015) учитывает диск, балдж и гало. Обычное, барионное гало не учитывается, а оно может оказать большее воздействие на движение скоплений, чем тёмное гало.

Ответ: Выбрана модель MWPotential2014 (Bovy 2015) как широко используемая осесимметричная модель «балдж + диск + тёмное гало». Вклад барионного (звёздного / газового) гало в массу внутри $\sim R_\odot$ существенно меньше, чем диска и тёмного гало (для орбит скоплений в диске это второй порядок). Замечание считаю важным, проверить добавление барионного гало к модели необходимо. Масса звёздного гало порядка $\sim (7 \pm 2) \times 10^9 M_\odot$, что на 2–3 порядка ниже массы тёмного гало $\sim 0.88 \times 10^{12} M_\odot$.

Замечание. На стр. 30 приводится формула из статьи King (1962), а ссылка – на статью Bisht (2020). Эта формула соответствует центральным частям шаровых скоплений, но используется автором вплоть до границы рассеянных звёздных скоплений. У King (1962) есть формула, описывающая всё скопление, но она почему-то не используется. Для приливного радиуса используется формула из статьи Bukowiecki (2011), в которой нет параметров гравитационного поля Галактики. Тогда как у King (1962) есть формула для приливного радиуса, широко используемая при исследовании скоплений.

Ответ. «Профиль Кинга» для звёздных скоплений – это эмпирическая функция, которая используется для аппроксимации радиального распределения поверхностной плотности звёзд. Кинг ввёл эту функцию в 1962 году для описания распределения плотности звёзд в шаровых звёздных скоплениях, но затем её стали применять и для изучения

структуры рассеянных звёздных скоплений. В наших работах использована формула King (1962), а затем определение «tidal / limiting radius» берётся по эмпирической формуле Bukowiecki (2011). В нашем случае кривая King (1962) хорошо ложится на наблюдения, поскольку скопления старые (релаксировавшие), практически или почти сферически симметричные. Использование формулы King (1962) для рассеянных звёздных скоплений приводит к увеличению количества свободных параметров.

На заседании 9 сентября 2025 г. диссертационный совет постановил: за решение научной задачи, имеющей значение для развития естественных наук, присудить Сизовой М.Д. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 19 докторов наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – 0, недействительных бюллетеней – 2.

Председатель диссертационного
совета 24.1.032.01, д.ф.-м.н.

Бисикало Дмитрий
Валерьевич

Ученый секретарь
диссертационного совета
24.1.032.01, к.ф.-м.н.

Чупина Наталия
Викторовна



09.09.2025